



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Marina Laane

**AEDMUSTIKA (*VACCINIUM*) KASV JA SAAGIKUS KÕRGES
PLASTIKTUNNELIS**

**GROWTH AND YIELD OF BLUEBERRIES (*VACCINIUM*) IN HIGH
PLASTIC TUNNEL**

Magistritöö

Aianduse õppekava

Juhendajad: Kadri Karp, D.Sc.

Angela Koort, MSc.

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Marina Laane		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Aedmustika (<i>Vaccinium</i>) kasv ja saagikus kõrges plastiktunnelis			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 7	Fotosid: 5	Lisasid: 1
Osakond: Aiandus Uurimisvaldkond: 1.6. Põllumajandusteadus Juhendaja(d): Kadri Karp, DSc; Angela Koort, MSc Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2021			
<p>Maailmas on mustikate sordiaretus keskendunud kannasmustikale ja silmmustikale, poolkõrge mustikas on aga külmakindlam ning sobib kasvatamiseks põhjapoolsemates piirkondades. Uute sobilike sortide välja selgitamise juures on üheks eesmärgiks leida varasema ja hilisema valmimisega sorte, et tootjatel oleks võimalus müüa saaki võimalikult pika perioodi jooksul.</p> <p>Uurimuse hüpotees sõnastati järgnevalt: mükoriisa preparaat soodustab taimede toiteelementide omastamist ja seega ka istutusjärgset kasvu tunnelkasvuhoone tingimustes. Uurimustöö eesmärk oli välja selgitada sordiomaduste ja mükoriisa preparaadi mõju mustikataimede kasvule ja saagile plastiktunnelis.</p> <p>Eesmärgi saavutamiseks analüüsiti Aran OÜ kiletunnelis katses oleva kahe sordi produktiivsuse ja saagi biokeemilisi näitajaid. Mükoriisapreparaati Rhodovit kasutati taimede istutamisel (töödeldi taimede juuri) 2019. aasta kevadel. Istikud olid 3 aastased. Katses oli kaks sorti: poolkõrge mustikas 'Northblue' ja kannasmustikas 'Duke'. Mõlema sordiga oli kaks varianti: kontroll ja mulda lisatud mükoriisa.</p> <p>Hüpotees leidis kinnitust osaliselt. Kahe kasvuaasta tulemustele põhinedes saab järeldada, et katses avaldas mükoriisa olulist mõju antotsüaanide sisaldusele. Mükoriisa kasutamine avaldas olulist mõju mahla kuivaine ja hapete suhtarvule. Sordi 'Duke' suhtarvu suurendas oluliselt mükoriisa kasutamine. Põõsa kõrgusele, lehtede SPAD näidule, saagikusele mükariisa mõju ei avaldanud.</p>			
Märksõnad: SPAD näit, mahla kuivaine, orgaanilised happed, vilja mass, saagikus, antotsüaanid			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Marina Laane		Specialty: Horticulture	
Title: Growth and yield of blueberries (<i>Vaccinium</i>) in high plastic tunnel			
Pages: 38	Figures: 7	Photos: 5	Appendixes: 1
Department: Horticulture Field of research: 1.6. Agricultural Sciences Supervisors: Kadri Karp, D.Sc; Angela Koort, MSc Place and date: Tartu 2021			
<p>Around the world, blueberry breeding is the center of the blueberry, but the half-high blueberry is more frost-resistant and is suitable for growing in the northernmost areas. When identifying new suitable cultivars, an aim is to find an earlier and or later maturing cultivars so that producers could have the opportunity to sell the berries for the longest period possible.</p> <p>The hypothesis of the study was formulated as follows: mycorrhiza preparation promotes the uptake of nutrients by plants and thus also post-planting growth in conditions of a high plastic tunnel. The aim of the research was to ascertain the influence of, the characteristics of cultivars and of mycorrhiza on the growth and yield of blueberry plants in a plastic tunnel.</p> <p>To achieve the goal, in Aran OÜ analyzed the production and biochemical parameters of the two cultivars in the plastic tunnel in 2020. The mycorrhizal preparation Rhodovit was used for planting plants (was added to the roots) in spring of 2019. There were two cultivars in the experiment: a half-high 'Northblue' and highbush 'Duke'. Both cultivars had two treatment: control and mycorrhiza added to the soil.</p> <p>The hypothesis was partially confirmed. Based on the results of two growing years, it can be concluded that mycorrhiza had a significant effect on the content of anthocyanin in the berries. The use of mycorrhiza had a significant effect on the soluble solids and the acid ratio of the juice. The 'Duke' ratio significantly increased by the use of mycorrhizae. Mycorrhiza had no effect on the plants height, leaf SPAD reading, and the yield.</p>			
Keywords: SPAD reading, soluble solids, fruit mass, yield, anthocyanins, organic acids.			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. TEADUSTÖÖD AEDMUSTIKATEGA	6
1.1. Teadustööd välismaal	6
1.2. Teadustööd Eestis	12
2. MATERJAL JA METOODIKA	16
2.1. Katseistandik	16
2.2. Mõõtmised ja analüüsid.....	18
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	20
3.1. Vegetatiivne kasv	20
3.2. SPAD-näit.....	21
3.3. Mustika saagikus	23
3.4. Rakumahla kuivaine ja hapete suhe.....	24
3.5. Antotsüaanid	25
KOKKUVÕTE.....	26
KASUTATUD KIRJANDUS	28
LISAD	35
LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	36

SISSEJUHATUS

Mustikas on majanduslikult oluline marjakultuur. Nii mustikate tootmine kui ka tarbimine on kogu maailmas suurenenud ja mustikate populaarsust on mõjutanud ka nende tervislikkus (Xinpeng, Ogden jt. 2019). Mustikate kultiveerimine algas 20. sajandi alguses. Sellest ajast peale pole neist saanud mitte ainult USA oluline marjakultuur, vaid ka kogu Põhja-Ameerikas, Lõuna-Ameerikas, Euroopas, Hiinas, Jaapanis, Austraalias ja Uus-Meremaal (Bidani, Hummer jt. 2017). Mustikates on palju antioksüdatiivseid ühendeid (fenoolid, flavonoidid, tanniinid), puuviljade värvaineid (antotsüaniinid ja karotenoidid), vitamiine (askorbiinhape) ja mineraale. Need ühendid on kasulikud paljude haiguste ennetamisel (Skrovankova, Sumczynski, jt. 2015). Valdav osa kasvatatud mustikatest on mõeldud lauamarjaks. Kuna tootmine kasvab jätkuvalt, on tootjatele oluline turustusperioodi pikendamiseks pikendada ka mustika säilivusaega (Xiao, Saito, 2017).

Eesti Maaülikoolis alustati mustikakatsetega 1997. aastal ja katsetöö toimus koostöös Metsa ja Marjasoo taludega. Esimene katseistandik rajati poolkõrge mustika sortidega 'Northcountry' ja 'Northblue' ja katsetulemusena selgus, et mineraalmullale istandiku rajamiseks sobib vakku laotatud turba ja kile multši tehnoloogia (Starast 2008). Eesti tootmisistandikes on seni kultiveeritud ahtalehise mustika ja poolkõrge mustika sorte. Rakendusuuringute tulemuste põhjal koostati mustikakasvatust käsitlev käsiraamat "Kultuurmustikas ja selle kasvatamine Eestis" (Starast jt 2005). Sealt leiavad praktilisi soovitusi nii ettevõtjad kui ka hobiaednikud. Katsetatud poolkõrge kasvuga mustikasordid lisati ka Eestis soovitatud sortide nimekirja (Eesti puuvilja- ja marjakultuuride soovitussortiment 2007). Käesolevaks ajaks on sinna lisandunud ka kannasmustikasorte (Eesti puuvilja- ja marjakultuuride soovitussortiment 2013). Uute sobilike sortide välja selgitamise juures on üheks eesmärgiks leida varasema või hilisema valmimisega sorte, et tootjatel oleks võimalus müüa saaki võimalikult pika perioodi jooksul. Aretustöö tulemusena registreeriti 2018. aastal Eesti esimese poolkõrge mustika sort 'Are' (Sordiregister 2020).

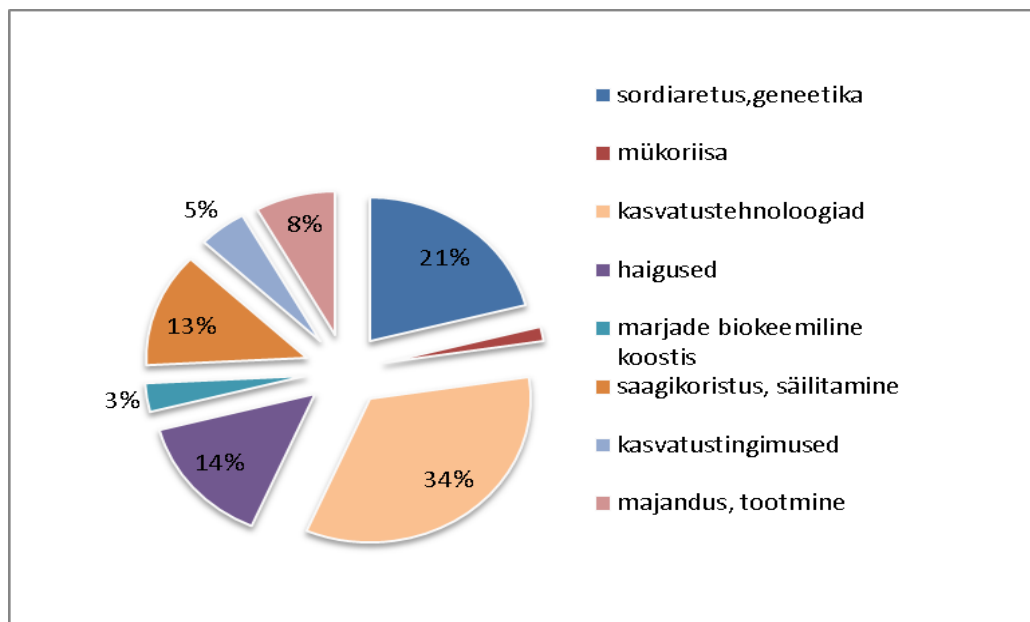
Uurimustöö eesmärk: välja selgitada sordiomaduste ja mükoriisa preparaadi mõju mustikataimede kasvule ja saagile kõrges plastiktunnelis.

Hüpotees: Mükoriisa preparaat soodustab taimede toiteelementide omastamist ja seega ka istutusjärgset kasvu plastiktunneli tingimustes.

1. TEADUSTÖÖD AEDMUSTIKATEGA

1.1. Teadustööd välismaal

Iga kolme aasta järel korraldatakse teaduskonverents, millest võtavad osa mustikateadlased kogu maailmast. Konverentsil „XI *International Vaccinium Symposium*“ (toimus 2017. aastal) käsitletud teemadest selgusid kaasajal levinud uurimissuunad (Acta Horticulturae, 2017). Olulisel kohal olid kasvatus tehnoloogiatega seotud katsed, mida käsitlesid 34% ettekannetest. Teiseks oluliseks teemaks oli sordiareetus, mida käsitlesid 21% ettekannetest. Olulised teadusuuringud olid seotud ka haiguste, saagi kvaliteedi ja säilitamisega.



Joonis 1. Olulised uurimissuunad mustikateaduses (Acta Horticulturae, 2017)

Mustikate sordiaretusel on pikk ajalugu. Juba üle 100 aasta tagasi aretati esimesed liikide vahelised hübriidsordid (Mainland, Ehlenfeldt, 2017). Ameerika Ühendriikide Oregoni osariigis asub Riiklik geenivaramu, kus säilitatakse geneetilisi ressursse. Hoidlasse kuulub üle 1750 ristandi, esindades 81 taksonit kogu maailmast (Bidani, Hummer, jt. 2017).

Floridas on esindatud kolm looduslikult kasvava mustika (*Vaccinium*) liiki. Nendeks on kännasmustikad, Elliotti mustikad ja silmmustikad. Nendest liikidest aretatud hübriidsortide vastupidavus ja viljakus olid erinevad (Lyrene, 2017). Aretised taluvad põuda, on vastupidavamad haigustele ja putukatele, kasvavad mitmesugustel muldadel, annavad

rikkalikku saaki, suurepärase vastupidavusega magusaid vilju ja säilivusaeg on pikem kui teistel sortidel (Miller-Butler, Curry, 2009; Esendugue, Krewer, 2008). Liikide *V. constablaei* Grey ja *V. virgatum* Aiton ristamisel on aretatud uus hübriidsort 'Nocturne' (Ehlenfeldt, 2017). Sordiaretuses on ka teisi huvipakkuvaid liike. Näiteks *Vaccinium corymbodendron*, mis on tetraploidne liik, ja on pärit Peruu, Colombia ja Venezuela kõrgel asuvatest paikadest ning pakub huvi, kuna õied taluvad öökülma (Ehlenfeldt, 2018).

Paljundusviisidest on olnud tähelepanu all mikropaljundusega seotud probleemid. Mikropaljundusmeetodid on olulised kaubanduslikult kasvatatavate kloonide paljundamiseks ja geenide säilitamiseks (Debnath, 2007). Optimaalne paljundamise kiirus sõltub aga biokeemilistest ja füsioloogilistest teguritest, mis mõjutavad kasvu vedelas söötmes. *In vitro* paljundatud mustika taimedes on aga levinud vegetatiivne kasvu ja biokeemiliste komponentide muutused. DNA-põhiseid markereid saab kasutada koekultuuris paljundatud mustikaliikidel, et jälgida kloonide omaduste püsimist mikropaljundatud taimedes (Debnath, 2017). Oluline on ka *ex vitro* periood, kus kasvusubstraadi ja õhurežiimi valikuga oli võimalik oluliselt parandada taimede kvaliteeti (Welander, Sayegh, jt. 2017). Lisaks on selgunud, et paljundusmeetodid mõjutavad puuviljade ja lehtede antioksidantset toimet. *In vitro* paljundatud taimede viljades oli antioksidantide üldine aktiivsus suurem kui *in vivo* kasvatatud taimedel (Debnath, Goyali, 2020).

Mustikahaigustest on üks levinumaid varrepõletik (*Botryosphaeria dothidea*) (Chengnan, Hongjun, 2015). See on haigus, mida fungitsiididega hästi ei saa ravida. Smith ja Miller-Butler (2017a) poolt läbi viidud katses võrreldi väetise ja fungitsiidide mõju varrepõletikuga nakatunud taimedel. Tulemustes selgus, et kahjustused olid suuremad väetatud ja vigastustega vartega taimedel. Eelnevalt nimetatud autorid viisid läbi katse, kus uuriti temperatuuri mõju varrepõletiku kahjustuse arengule viiel sordil. Tulemustes selgus, et kõrgemal temperatuuril inkubeeritud vartel tekkis kahjustus kiiremini kui madalamatel temperatuuridel inkubeeritud vartel (Smith, Miller-Butler 2017b). Kuna mustika kasvatamine laieneb jätkuvalt uutele aladele, puutuvad taimed kokku erinevate haiguste ja viirustega, mida pole varem täheldatud (Martin, Tzanetakis, jt. 2009).

Helerohelised laigud lehtede ülaosadel ja küpsetel viljadel tekivad haiguse *Exobasidium maculosum* levimisel. 2014. aastal alustati epidemioloogilisi väliuuringuid. Haiguse arengukõverad näitasid, et haigus on aktiivne märtsist mai lõpuni ja esialgne marja- ja leheinfektsioon võib esineda samaaegselt (Ingram, Allen, jt. 2017). Uuringu tulemustest

selgus, et haigus on monotsükliline, kuid haiguse epidemioloogia ja patogeeni elutsükli täielikuks selgitamiseks on vaja täiendavaid kinnitavaid uuringuid. Haiguse tõrjumiseks on katsetatud kaltsiumpolüsulfiidiga pritsimist taimede sundpuhkefaasis. Katsed osutusid efektiivseks mitme maakonna demonstratsioonkatsetes. Uuringu tulemustel soovitati kasutada fungitsiide sundpuhkefaasis ja õitsemise ajal. Tootmisest saadud kogemused näitasid, et soovitatud meetmed on olnud efektiivsed.

Hõbelehisust (*Chondrostereum purpureum*) kirjeldati esmakordselt Tšiili lõunaosas 2005. aastal. Sümptomiteks on lehestiku hõbedaseks muutumine, varred tumenevad ja taim sureb. Uuringud on näidanud, et haigus vähendas oluliselt saaki ja saagi kvaliteeti, muutes saagi turustamise jaoks sobimatuks. (France, Grinbergs, jt. 2017)

2002. aastal täheldati seenhaigust, mida põhjustab seen *Phomopsis vaccinii*, esmakordselt Leedus (Kacergius, Jovaisiene, 2010). Selle patogeeni tuvastamine on sageli keeruline ja pikaajaline. *Phomopsis* põhjustab oksapõletikku. Haigus on levinud USA ida- ja loodeosas ja ka mõnes kohas Euroopas, Kanadas ning ka Tšiilis ja Hiinas. Tegemist on jahedas aastaajas esineva patogeeni. Leviku avastamiseks ja prognoosimiseks kasutati riikliku taimediagnostikavõrgu andmebaasi. Uurimistulemused näitasid, et andmebaas võib olla oluline teabeallikas taimepatogeeni võimaliku globaalse leviku prognoosimisel (Narouei-Khandan, Harmon, jt. 2017).

Mustikate säilitamine ja kvaliteet on olulised mustikate turustamisel. Uuriti värskete mustikate olulisemaid omadusi USA tarbijate jaoks ja kuidas mõjutasid tarbijate sotsiaal-demograafilised eripärad nende eelistusi värskete mustikate omaduste suhtes. Valimiks olid USA tarbijad. Uurimisandmed näitasid, et värskus, mahlasus, magusus, millele järgnes mustikataoline maitse, hapukus ja tekstuur, olid tarbijate jaoks kõige olulisemad omadused. Tarbijate demograafilised tunnused, nagu vanus, sugu, haridus ja perekonnaseis, mõjutasid ka nende eelistusi mustika omaduste suhtes. (Yue, Wang, 2017)

Mustikaistandike rajamine sooja kliimasse on märkimisväärselt suurendanud mustikakasvatuse pindala. Turustusperioodi pikendamiseks on vajalik saagi säilivusaega pikendada ja kindlaks teha saagijärgsed haigused. Nimetatud eesmärkidel tehti katseid 2013. ja 2014. aastal, kus uuriti proove 42 (27 tava- ja 15 mahepõllumajandus) ja 62 proovi kasvatajate partiist (49 tava- ja 13 mahepõllumajandus). Tulemustes selgus, et *B. cinerea*, *Alternaria spp.*, *Aureobasidium pullulans* ja *Cladosporium spp.* olid peamised patogeendid, mis kahjustasid mustikasaaki. (Xiao, Saito, 2017)

Erinevad haigused on mustikate säilitamise ja säilivuse piiravaks teguriks. Hahkhallitus (*Botrytis cinerea*) levik on Californias üks olulisemaid haigusi. Uuringus hinnati vääveldioksiidi mõju üksi või koos modifitseeritud atmosfääriga pakenditega hallitusele ja muudele haigustele ning puuviljade kvaliteedile. Tulemustes selgus, et hahkhallituse levik vähenes võrreldes kontrolliga oluliselt. (Saito, Xiao, 2017)

Mustikad on pärast saagikoristust väga vastuvõtlikud haigustele ning on tõestatud, et vääveldioksiidi lisamine pärsib marjade riknemist. Erinevaid karpe kasutatakse veekadude vähendamiseks. 2017. aastal testiti sorte 'Emerald', 'Jewel' ja 'Misty' ja 2018. aastal sorte 'Draper' ja 'Duke'. Mõlema aasta tulemused näitasid, et töödeldud karbid vähendasid tõhusalt marjade riknemist. (Saito, Obenland, jt. 2020)

Keemilise koostise analüüsid on näidanud, et mustikad on ühed parimad flavonoidide, eriti antotsüaniinide allikad. Varasemates uuringutes analüüsiti vedelikkromatograafia abil flavonoidide (antotsüaniinid, proantotsüanidiinid, flavonoolid) ja hüdroksü-kaneelhapete sisaldust mustika sordi 'Northblue' õies, viljakestas ja viljalihas, lehes ja risoomis (Riihinen, Jaakola, jt. 2008). Uuringus selgus, et kõik taimeosad olid potentsiaalsed fenoolühendite allikad, mida saab kasutada farmaatsiatööstuses. Antotsüaniinid on mustikates peamised pigmendid. Küpsetes marjades reguleerivad antotsüaniinide lõplikku sisaldust arengu- ja keskkonnategurid, mille määravad geneetiline taust. Uuriti valguse ja temperatuuri tingimuste mõju antotsüaniinide moodustumisele hariliku (*V. myrtillus* L.) ja kultiveeritud kannasmustikas (*V. corymbosum* L.) kontrollitud tingimustes ja välikatsetes (Jaakola, Zoratti jt. 2017). Tulemused näitasid valguse ja temperatuuri spetsiifilisi koostoimeid antotsüaniinide sisaldusele. Näiteks madalam temperatuur ja spetsiifilised valguse lainepikkused põhjustasid delfinidiinglükosiidide kogunemist mustikas.

Mustikast bioaktiivsete ühendite kiireks ekstraheerimiseks töötati välja keskkonnasõbralik ultraheli ekstraheerimise tehnika. Tulemustes selgus, katsetatud meetod oli efektiivsem kui klassikalised meetodid, mis hõlmasid leotamist, ekstraheerimist segades ja kuumutamist. (Chen jt. 2017)

Kasvatustehnoloogia katsetes on selgunud, et looduslikus ja istandiku mullas kasvavad mustikad suudavad luua erikoidse mükoriisa sümbioosi. Seentel on mõju lämmastiku ja fosfori omastamisele, kaitsesele patogeensete mikroorganismide eest ja taluvusele stressisituatsioonidele (Koron, Gogala, 2000). Erikoidsed mükoriisaseened suurendavad taimede toiteelementide omastamist sümbiootilise suhte kaudu juurestikuga. Uuringus

inokuleeriti kolmeaastased silmmustika sordid kahe mükoriisa liigiga *Oidiodendron maius* ja *Pezizella ericae*. Uuringus selgus, et kahe mükoriisa liigiga nakatamine ei mõjutanud saagikust esimesel aastal (Stafne, Matta, 2017).

Scagel, Yang (2008) uurisid 55 istandikku, et hinnata mustikataimedel mükoriisa levikut tootmistingimustes ja teha kindlaks, kas istandike tingimuste, juurte leviku, mullaomaduste ja mükoriisaseente taseme vahel on olulisi seoseid. Uuringus selgus, et juurte nakatamine mükoriisaseente poolt oli mulla ülemises kihis, 15 cm ulatuses, kus paiknesid enamuse väiksemaid, peenemaid juuri. Juurte biomass ja juurte pikkus olid negatiivses korrelatsioonis mulla pH ja mullas saada oleva Ca-ga, samas kui juurte nakatamine seente poolt oli negatiivses korrelatsioonis ammooniumi tasemega mullas.

Kõrgeid tunnelid on maailmas kasutatud juba aastaid. Tootmishooaja pikendamiseks kasutatakse kogu maailmas ühe- ja mitme osalisi tunnelid (Lamont, 2009). Parasvöötme ja troopiliste piirkondade kõrgete tunnelite üks suur eelis on vihma välistamine, vähendades seeläbi haigusi ja saagikadu, parandades samal ajal saagi kvaliteeti ja säilivusaega. Maailma parasvöötme piirkondades kasutatakse kevad-, sügis- ja mõnikord talveperioodil taimekasvatuse temperatuuri tõstmiseks kõrgeid tunnelid. Mustikakasvatajad on huvitatud varajaste kvaliteetsete mustikate kasvatamisest kõrgetes tunnelites. Gruusias tehtud uuringus selgitati optimaalset kuupäeva kõrgete tunnelite sulgemiseks, et kiirendada kasvatatud mustikasortide 'Emerald' ja 'Jewel' vegetatiivset kasvu ja saagi valmimist (Ogden, Iersel, 2009). Katsetulemuste põhjal selgus, et kõrged tunnelid tõstsid talvekuudel pinnase ja päevast õhutemperatuuri, kuid tunnelid ei säilitanud öösel soojust. Kõrge tunneli mikrokliima edendas õuetaimedega võrreldes nii vegetatiivset kui ka saagi valmimist. Sordi 'Smaragd' marjad sisaldasid mahla kuivainet ja antotsüaane rohkem kui sordi 'Jewel' marjad ning antotsüaniini sisaldus suurenes kogu koristusperioodi vältel. Kõrges tunnelis mustikate tootmise suurim takistus oli külmakahjustuste ennetamine ja tolmeldamise tagamine.

Hollandis ja Belgias on saagikoristusperiood avamaal suhteliselt lühike (8–10 nädalat). Kuna mõlema riigi pea kogu toodang on mõeldud lauamarjaks, langeb müügihind saagikoristusperioodi keskel alla omahinna. Seetõttu soovivad kasvatajad pikendada koristusperioodi, kasvatades mustikaid kasvuhoonetes, tunnelites ja vihmakatete all. Soojendatud kasvuhoones on võimalik koristusperioodi varasemaks tuua, plasttunnelis on see 5 - 6 nädalat. Kasvuhoonetes või tunnelites kasvatamiseks sobisid paremini sordid 'Bluetta', 'Duke', 'Earliblue', 'Puru', 'Nui', ja 'Sunrise'. Ehkki kasvatajate majandustulemused on

head, on mustikakasvatus tunnelites raske. Probleeme on kliima, kahjurite, mulla ja tolmeldamisega. (Bal, 1997)

Mustikataimed võivad olla aastakümneid produktiivsed, kuid vanemas istandikus jäävad saagid alla ootuste. Mullatingimuste halvenemine põhjustab saagikuse vähenemise ja taimede nõrgema kasvu (Polashock, jt. 2017). Uurimise eesmärgil paigaldati juurevaatlustorud tava- ja mahekasvatusse, et vaadelda uute juurte teket ning teha kindlaks, kas erinevad väetised ja umbrohutõrje mõjutasid juurte tekkimist ja kasvu. Uuringutes selgus, et juure kasvu suurendamist soodustavad kõrgendatud peenrad, saepuru multš ja vähendatud väetise kogused. Juurte arvu, kasvu ja eluiga mõjutavad peamiselt mullavee ja toitainete kättesaadavus (Bryla, Valenzuela-Estrada, jt. 2017).

Pikaajaliselt on uuritud mahe tootmistehnoloogiat kännasmustika maksimaalse saagikuse ja kvaliteedi tagamiseks. Kasutati erinevaid tehnoloogiaid: kasvatamine kõrgendatud peenral või tasasel pinnasel, väetise allikat ja määra (29 ja $57 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$) kasvamise ajal, erinevaid multše (saepuru, komposti + saepuru ja must polüetüleenist pinnakate). Üheksa aasta uuringu tulemused näitasid, et mahe tootmise süsteemi valik võib oluliselt mõjutada saagikust, majanduslikke kulusid ja tootlust. (Vance, Strik, jt. 2017)

Kahe aastases uuringus hinnati mitmesuguste multšide mõju Põhja- kännasmustika sordile 'Duke'. Kasutati hariliku ebatsuuga (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) saepuru, musta ja rohelist polüpropüleenist pinnakatet, rohelist ja musta kattega kaetud saepuru. Uuringus ei leitud erinevust musta ja rohelist pinnakatte mõjus mulla temperatuurile või taime kasvule. Kuid saepurukihi lisamine pinnakatte alla suurendas võrade maksimaalset kasvu ja vähendas mulla temperatuuri, võrreldes ainult pinnakatte kasutamisega, mille tulemuseks oli suurem juurestik. (Strik, Davis, jt. 2017)

Biosüsi, süsinikurikas peeneteraline jääk, parandab teadaolevalt mullatingimusi ja pärsib mulla kaudu levivate patogeenidega nakatumist. Uuringutes tehti kaks 12-nädalast katset, kus selgitati välja okaspuudest toodetud biosöe kasutamise potentsiaal kännasmustikatel. Selle uuringu tulemused näitasid, et biosüsi võib olla sobiv mullaparandus kännasmustika kasvatamisel, kuid avaldas suhteliselt vähe mõju mulla pH-le (Sales, Bryla, jt. 2020).

1.1. Teadustööd Eestis

Aedmustikatega katsetöö algas Eesti Maaülikoolis juba 1997. aastal. Poolkõrge kasvuga mustikate katseistandikud rajati Tartumaal Metsa talus ja hiljem ka ettevõttes Vasula OÜ ning Saare maakonnas Kärlal. Ahtalehise mustika katsed toimusid Viljandimaal Marjasoo talus. Teadustöö eesmärgiks oli selgitada välja sobivad kasvatustehnoloogiad ja sordid.

Väetuskatsetest selgus, et happeliste väetistega on võimalik alandada mulla pH- d ja seeläbi parandada ahtalehise mustika taimede kasvu ja saagikust (Starast jt 1007). Väevli kasutamisel muutus muld happelisemaks, kuid see ei mõjutanud siiski oluliselt saagikust.

Väetuskatsed rajati ka freesturbaväljale maheistandikku, kus uuriti erinevate looduslike orgaaniliste väetiste mõju mustikataimede vegetatiivsele kasvule, viljade kvaliteedile ja saagikusele (Koort jt 2020). Katse esimestel aastatel selgus, et orgaanilisi väetisi Biolan 3-1-7 ja Biolan 4-1-2 võib soovitada mustikate mahetootmisse ammendunud freesturbamullal alternatiiviks mineraalväetistele saagikuse suurendamiseks ja põõsaste efektiivse vegetatiivse kasvu tagamiseks (Koort, 2012; Hannus, 2013; Mardi, 2014). Kogu katseperioodil sõltus sordi 'Northblue' saak oluliselt väetamisest ja saak taimelt varieerus vahemikus 285 ja 2043 g (Koort jt, 2020). Sünteetilise väetise puhul avaldus sügisel probleem hiliskasvuga. Keemilised analüüsid näitasid, et orgaaniliste väetiste kasutamine ei avaldanud olulist mõju marjade fenoolide sisaldusele. Samas aga selgus, et maheviljeluse tingimuses on võimalik asendada mineraalväetised maheviljeluses lubatud orgaaniliste väetistega. Viie aasta tulemuste analüüs näitas, et aasta tingimused mõjutasid marjade kvaliteeti siiski rohkem, kui väetise tüüp. Freesturbaväljal on uuritud ka väetiste mõju kaheksa mustikaaretise marjade keemilisele koostisele ja kasvule (Leit 2017, Vainura 2018). Uuringu tulemustes selgus, et lisaks väetamisele mõjutasid oluliselt aretiste omadused taimede vegetatiivseid parameetreid, saagikust, vilja massi ja biokeemilist koostist.

Multši katsetest selgus, et noores istandikus kilemultš vähendas sordi 'Northcountry' taimede talvekindlust, võrreldes saepuru- ja turbamultšiga (Starast jt 2002). Sort 'Northcountry' oli parema talvkindlusega, kui 'Northblue'. Istutuseelne turba lisamine vaku suurendas mulla happesust ja mõjutas positiivselt taimede toitainete omastamist (Karp jt 2006). Lisaks turba lisamisele mulda, on vajalik ka multšimine, mis suurendas mustikataimede saagikust. Võrreldes kile ja saepuru multšiga, oli positiivsem mõju turba multšil. Esimestel aastatel

soodustas kilemultš taimede kasvu, kuid positiivne efekt vähenes vanemas istandikus. Saepurumultši positiivne mõju ilmes aga vanemas istandikus, kusjuures noortel taimedel täheldati nõrgemat kasvu. Kilemultši eeliseks on aga kile mõju umbrohtumisele ja seega vähendab hooldustööde mahtu ning seetõttu on see kasvatustehnoloogia levinud ka tootmises (foto 1.). Tootmisistandike rajamisel soovitati istutuseelset turba lisamist, sest see suurendas mustikataimede saagikust keskmiselt 68%. urvas ja multšid suurendasid oluliselt ka mükoriisaseente olemasolu (Starast jt 2006). Mükoriisa levikut mõjutasid ka sordiomadused, sest rohkem hüüfe loendati sordi Northblue' juurtes. Suurem mükoriisaseentega nakatumine soodustas oluliselt taimede kasvu ja saagikust.



Foto 1. Katsete põhjal soovitatud kasvatustehnoloogia turba lisamisega mulda. (Kadri Karp)

Multšid mõjutasid oluliselt ka võralõikuse valikut, sest mõjutasid põõsaste lõikamisjärgset taastumist (Albert jt, 2010). Noorenduslõikuse järel taastus taimede saagikus kolmandal aastal ja sobivamaks osutus tehnoloogia, kus turvas oli nii multšina kui ka mulda segatuna. Turba positiivne mõju oli seotud mulla happesuse suurendamisega ja mulla füüsikaliste omaduste parandamisega. Katsetaimedel ei esinenud talvekahjustusi ja seetõttu võib poolkõrgetele mustikatele lisaks harvenduslõikusele soovitada ka noorenduslõikust.

Sordiaretus on olnud ka uurimuse eesmärgiks, et saada lisaks katsetatud välismaa sortidele ka Eesti tingimustesse soovitatavaid sorte (Starast, Paal, 2018). Selleks valiti välja perspektiivsed seemikud, mille kloonidega rajati erinevaid katseistandikke. Maailmas on mustikate sordiaretus keskendunud kännasmustikale ja silmmustikale, poolkõrge mustikas on aga külmakindlam ning sobib kasvatamiseks just põhjapoolsemates piirkondades. Sordi 'Are' aretamine sai alguse 1998. aastal (Starast, Paal, 2018). Kanadas Prince Edwardi saare mustikakasvatuse talu mustika poollooduslikult tootmisalalt korjati kõige saagikamalt ja suureviljalisemalt taimelt marju ning eraldati nendest seemned. 500 seemiku hulgast valiti välja parimad, mida edasi paljundati vegetatiivselt ja rajati võrdluskatsed. Katsetes

silmapaistnud kloon läbis võrdluskatse Poolas. Põllumajandusamet registreeris sordi 'Are' 3. jaanuaril 2018. Sellele anti nimi Metsa talu peremehe Are Roosvaldi järgi, kes oli üks esimesi Eesti mustikakasvatuse eestvedajaid ning selle sordi kirglikke aretajaid. Sort 'Are' on poolkõrge mustikas (*Vaccinium angustifolium* Aiton × *Vaccinium corymbosum* L.) (foto 2) ja põõsa kõrgus on keskmiselt 0,8 meetrit. Oksad on püstise kasvuga ja tugevad. Sort on hea talvekindlusega. Vili on keskmine kuni suur, keskmine marja mass on 1,5 g ja sinise värvusega. Aastate jooksul on ühelt põõsalt saadud keskmiselt 800 grammi marju, parematel aastatel aga üle 2 kilogrammi. Sordi eripära on hilisem marjade valmimine, võrreldes tuntud poolkõrge mustikaga 'Northblue', kuid 'Are' on meie kliimatingimustes vastupidavam.



Foto 2. Sort 'Are' taim kolmandal aastal ja saak 2017. aastal. (Marge Starast)

Freesturbaväljale rajatud katseistandikus uuriti mustikate keemilise koostise seost vilja suurusega kuuel erineval mustikaaretisel (Arula, 2019). Katses olnud kahe madalakasvulise ja nelja poolkõrge kasvuga taimede saak jaotati aretise siseselt kahte fraktsiooni – suured ja väikesed ning analüüsiti viljade biokeemilist koostist. Uuringu tulemused näitasid, et vilja suurus mõjutas marja biokeemilist koostist. Samuti mõjutas kõiki uuritud biokeemilisi näitajaid aretise genotüüp. Marja suurus antotsüaanide sisaldust oluliselt ei mõjutanud.

Väetamise mõju on katsetatud ka ahtalehise mustika ja kuue poolkõrge mustika aretistele, et välja selgitada saagikamad ja suurema bioaktiivsete ühendite sisaldusega aretised, mis sobiksid turbaistandikes kasvatamiseks. Aretiste erinevused mõjutasid oluliselt taimede vegetatiivseid parameetreid, saagikust, vilja massi ja biokeemilist koostist (Koit, 2020). Analüüsitud aretiste fenoolsete ühendite sisaldus varieerus vahemikus 174-232 mg/100g ja antotsüaanide sisaldus 102-204 mg/100g. Biokeemiliste näitajate poolest oli väärtuslik poolkõrge mustika aretis 8//04, mille suurtes viljades oli kõige kõrgem fenoolsete ühendite ja

antotsüaanide sisaldus. Katses olnud poolkõrge mustika aretis 23//00 oli kõrge saagikusega, mis oli sarnane sordile 'Northblue'.

Sordivõrdlus. Maheviljeluse tingimustes uuriti kannasmustika erinevate sortide viljade kvaliteeti sõltuvalt sordist. Katseistandikus olid kuus kannasmustika sorti: 'Bluecrop', 'Bluegold', 'Duke', 'Goldtraube', 'Patriot' ja 'Spartan'. Katsete tulemused näitasid, et maheviljelusse soovitatavad sordid on : 'Bluecrop', 'Bluegold', 'Duke' ja 'Spartan', kuid 'Goldtraube' ei ole oma tulemuste poolest maheviljeluses eriti perspektiivikas. (Kask, 2012)

Haigused ei ole olnud istandikes oluliseks probleemiks, kuid haigused on levinud looduses hariliku mustika (*Vaccinium myrtillus* L.) taimedel. Võrreldes aedmustikatega on loodusliku hariliku mustika viljad tumedamad ja antotsüaanide sisaldus kõrgem (Starast jt, 2007). Kui aedmustikatel paiknevad antotsüaanid ainult kestas, siis hariliku mustika marjades ka viljalihases. Viimaste aastate jooksul on täheldatud hariliku mustika taimedel seennakkusele iseloomulikke haigussümptomeid. Uurimistöö eesmärgiks oli määrata Tartumaal harilikku mustikat kahjustavad patogeensed seeneliigid ning välja selgitada taimede kahjustuse ulatus ja selle muutus (Köörna, 2015). Kahjustajate määramiseks koguti 2014. aasta suvel sümptomaatilisi mustika haigusproove. Molekulaarsete meetoditega määrati 11 erinevat mikroseenete liiki või perekonda. Liikide seas esines patogeenseid, endofüüteid ja saprotroofseid mikroseeni. Tuvastati kaks varasemalt harilikult mustikalt Euroopas isoleeritud patogeeni- *Diaporthe eres* ja *Valdensia heterodoxa* .

Saagi masinkoristus vajab katsetamist ahtalehise mustika istandikes freesturbaväljadel. Mustikaviljelemise erikulu mõjutab kõige rohkem koristus (Käis, 2009). Masin- ja käsikoristuse võrdlus näitas, et käsikoristuse erikulu on ca 15 korda suurem masinkoristuse erikulust. Seega vähendab käsitsi korjamine võimalusi investeerida istandiku hooldusesse, väetistesse, taimekaitsevahenditesse jms. Masinviljelustehnoloogia käigus võivad tekkida taimevarte, lehistiku, marjade muljumised ja nende vältimisel on vajalik hoolikalt valida liikur- ja töömasinad. Raskusjõu mõjul vajuvad kasutatavad masinad ratastega pinnasesse, mis väljenduvad pinnase reljeefi häiringutena. Vältimaks ulatuslikke taimede ja pinnase kahjustusi, mida võivad masinad tekitada, on vaja optimeerida peenarde laius, tehnoradade arv, liikur- ja töömasinad ning nende liikumisskeemid. Masintehnoloogia katsed on jätkunud mustikavarte tugevuse uuringutega ja hinnatakse sobivust masinkorjeks sordil 'Northblue' (Arak jt 2018).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Katseistandik

Põldkatse viidi läbi Tartu maakonnas, Kastre vallas, Roiu alevikus, Aran OÜ kiletunnelis (foto 3). Kiletunneli pikkus 65 m, kõrgus 3,6 m ja laius 7,5 m. Kiletunneli otsad olid avatud. Katse rajati 24. aprill 2019. Istikud olid 3 aastased. Taimede vahe reas 1,5 m ja reavahe keskel 3,5 m ning äärtes 2,43 m. Ridade kogupikkus oli 60 m. Tunneli kile eemaldati talveks ja pandi uuesti 20. märtsil.



Foto 3. Kiletunnelid ja katsetunnel ning katsetaimed firmas AranFarming (Angela Koort).

Mullaanalüüsi tulemused: pH_{KCl} 5,2, P 82, K 122, Ca 750, Mg 83, Cu 0,7, Mn 111, B 0,45mg/100 g ja 1,5 % C. Katse rajamisel segati mulda, turvast ja sõnnikut. Reavahedesse paigaldati peenravaip ja peenardele koorepuru. Väetamine toimus koos niisutusega 25.04 kuni 08.07. 21. Kasutati Hollandi Biota Nutrients väetisi ja kokku sai N 39, K 32, Ca 2,4, Mg 7,2, S 9,9 ja B 0,7 kg/ha. Kastmine ja väetamine toimus imbkastmissüsteemi kaudu vastavalt vajadusele. Mükoriisapreparaati Rhodovit kasutati taimede istutamisel (töödeldi taimede juuri).

Katses on neli varianti ja iga variant kolmes korduses (korduses 3 taime). Katsevariandid:

'Northblue'

- Kontroll
- Lisatud mükoriisa

'Duke'

- Kontroll
- Lisatud mükoriisa

Variandis on 20 põõsast ja servades kaitseriba 1-2 taime (joonis 2). Mõõtmised tehti variandile iseloomulikel taimedel, milleks valiti välja 9 põõsast. Biokeemilised analüüsid tehti kolmes korduses ja korduses oli 100 g mustikaid.

'Northblue' 12 taime	'Duke' 12 taime
'Northblue' + Mükö 10 taime	'Duke' + Mükö 10 taime
'Northblue' 10 taime	'Duke' 10 taime
'Northblue' + Mükö 11 taime	'Duke' + Mükö 11 taime
1. rida	2. rida

Joonis 2. Tunnelkasvuhoones mustikasortide randomiseeritud asetus

2.2. Mõõtmised ja analüüsid

Esimene SPAD näit võeti saagi valmimise ajal 22. juulil. SPAD näit iseloomustab, kui hästi on taim toitaineid omastanud ja eelkõige lämmastikuga varustatust. Mõõtmiseks kasutati klorofüllmõõturit SPAD-502 (Minolta). Näidu võtmiseks valiti lehed võrse keskmisest osast. 3 kordusest mõõdeti 20 lehte kokku 60 lehte.

Saaki korjati 2020. aastal 14. juulil ja 22. juulil. Korje päevadel kaaluti igast katsevariandist saadud saak 3 korduses (g/taim). Korjepäevadel määrati ka keskmine marja mass (g). Selleks võeti igal korjepäeval 3 x 10 vilja igast kordusest, kaaluti 10 vilja mass ja arvutati keskmine ühe vilja mass. Sügisel mõõdeti põõsa kõrgus, kolmes korduses ja kordusesse valiti variandile iseloomulikud 3 põõsast. Põõsa kõrgus mõõdeti joonlauaga maapinnast taime kõrgeima kohani.

Antotsüaanide sisalduse määramiseks kasutati spektrofotomeetrit UV–Mini 1240 (Shimadzu) Eelnevalt lisati purustatud marjamassile (ca 10 g) 100 ml ekstraheerivat lahust koostisega HCl (0,1M): C₂H₂OH (96%) = 15:85. Kolvid lahustega asetati kaheks tunniks loksutile (Elpan, vesivanniga loksuti, tüüp 375) ja seejärel 24 tunniks jahekappi. Pärast seda lahused filtreeriti, soojendati toatemperatuurini (22 °C). Marjalahuste valguse neelduvus mõõdeti lainepikkustel 510 ja 700 nm, kasutades kahte erineva pH-ga (pH 1,0 ja pH 4,5) puhverlahust. Antotsüaanide üldsisaldus on väljendatud tsüanidiin-3-glükosiidina (mg/100g).



Foto 4. Mustikate biokeemilise koostise määramine aianduse õppetooli laboratooriumis (Foto A. Koort).

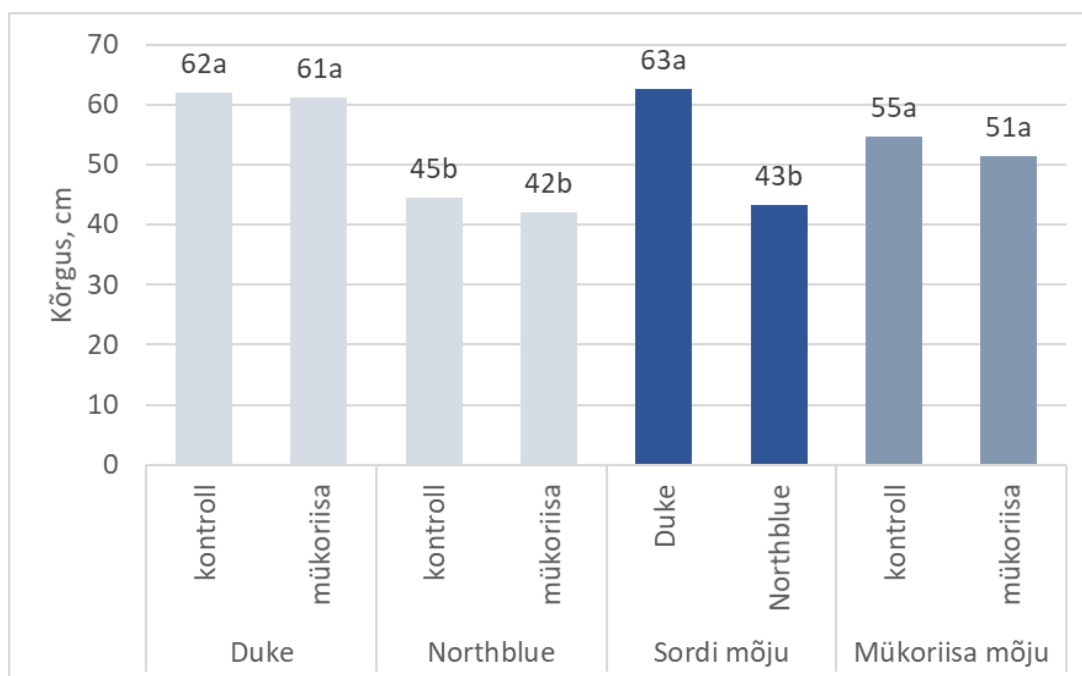
Mahla kuivaine sisaldus (%) mõõdeti refraktomeetriga Pocket Pal (Atago) Seadeldise kalibreerimiseks kasutati destilleeritud vett. Viljamassist eraldati puhas mahl tsentrifuugimise teel (20 minutit, 4000 pööret minutis), kasutati tsentrifuugi 2-16PK firmalt Sigma. Selge mahl tilgutati refraktomeetri õõnsusele selliselt, et kogu ava oli mahlag kaetud.

Katseandmete töötlemiseks sisestati esmalt andmed programmi MS Excel. Selgitamaks sordi ja mükoriisa mõju taimede kasvule ja saagile analüüsiti katseandmed kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga. A-faktor sort ja B-faktor mükoriisa. Katsefaktorite mõju olulisuse hindamiseks arvutati piirdiferents (95%). Joonistel tähistatakse statistiliselt olulist erinevust variantide vahel erinevate tähtedega. Ühesuguste tähtedega variantide vahel jääb erinevus katse varieeruvuse piiridesse.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Vegetatiivne kasv

Katsepõõsad olid kahe aastaga kasvanud 42 kuni 62 cm kõrguseks (joonis 3). Sort 'Northblue' kõrgus oli 42-45 cm, kuid erinevus jäi katse varieeruvuse piiridesse ja mükoriisa mõju ei olnud. Sordi 'Duke' kõrgus oli 61-62 cm ja samuti jäid mõõtmistulemuste erinevused katse varieeruvuse piiridesse. Mükoriisa mõju ei olnud oluline ka katse keskmisena. Oluliselt mõjutasid katsetulemusi aga sordiomadused - sordi 'Duke' põõsad olid kasvanud oluliselt kõrgemaks.



Joonis 3. Sordiomaduste ja mükoriisa mõju põõsaste kõrgusele (cm).

Katsepõõsaste kõrgus sõltus sordiomadusest. Kännasmustikad kasvavad 150 - 200 cm kõrguseks ja poolkõrge mustika põõsad kasvavad 45-135 cm (Gorbunov jt 2013). Poolkõrge mustikad on saadud kännasmustika ja ahtalehise mustika ristamisel ja seetõttu võivad saadud sordid olla väga erineva kasvutugevusega. Ahtalehise mustika liigi taimed on madalad ja erineva kasvuga – 10 kuni 60 cm kõrgused. Sort 'Northblue' on kännasmustika ja ahtalehise mustika ristand ja seetõttu nõrgema kasvuga kui kännasmustika sort 'Duke'. Varasemates katsetes on selgunud, et mükoriisa levikut mõjutasid ka sordiomadused, sest rohkem hüüfe loendati sordi 'Northblue' juurtes (Starast jt 2006). Käesolevas katses aga mükoriisa sordi 'Northblue' kasvu ei mõjutanud. Põhjuseks võib olla erinevad kasvutingimused, sest varasemates katsetes olid taimed istutaud turbavakku.

Varasemates katsetes oli poolkõrge mustika aretiste kõrgus 97,9 -104,5 cm (Volens, 2016). Käesolevas katse tulemustes sort 'Northblue' kõrgus oli 42-45 cm, mis on oluliselt madalam varasematest katsetest. Tulemust võis mõjutada mullatingimused ja seega ka taimede poolt toiteelementide omastamist.

3.2. SPAD-näit

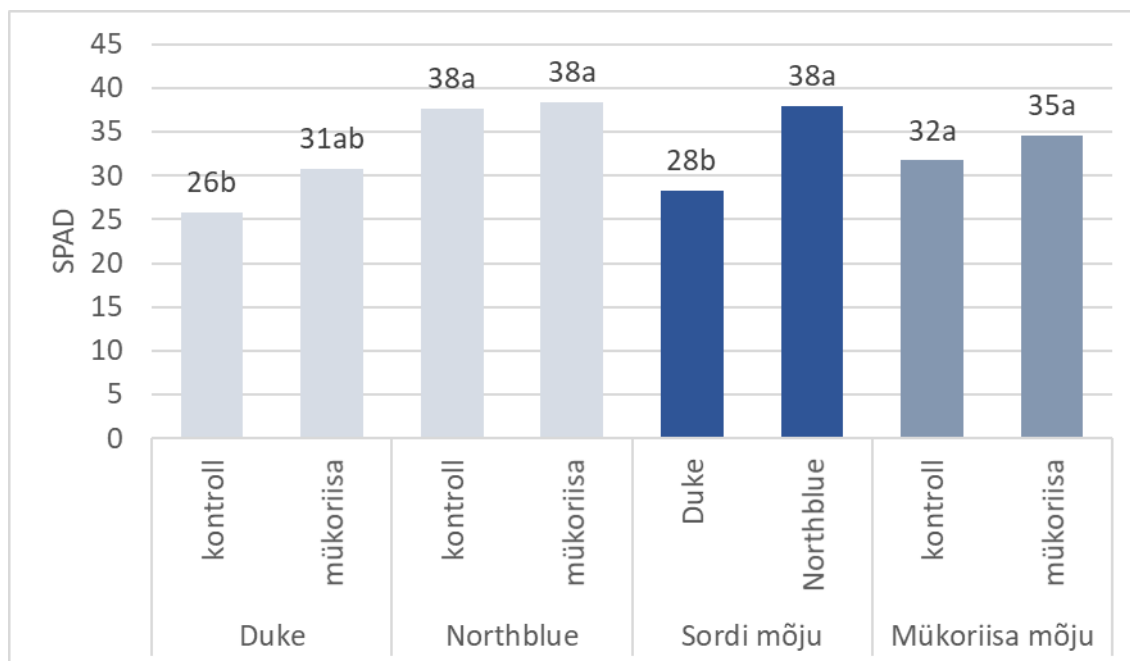
Lehtede SPAD näit varieerus vahemikus 26 - 38 (joonis 4.) 'Duke' SPAD varieerus 26-31, kuid erinevus jäi katse varieeruvuse piiridesse ja mükoriisa mõju ei olnud. 'Northblue' SPAD oli 38, ning erinevus jäi samuti katse varieeruvuse piiridesse ja mükoriisa mõju ei olnud. Mükoriisa mõju ei olnud oluline ka katse keskmisena. Olulist mõju avaldasid lehtede SPAD näidule sordi omadused. Sordi 'Northblue' lehtede SPAD näit oli oluliselt kõrgem kui sordil 'Duke'.

Taimede üldist toitainete omastamist hinnati SPAD klorofüllmeetriga, mis näitab klorofüll sisaldust taimedes ja seeläbi toitainete omastamist. Saagi perioodi lõpus olid osad taimed siiski kollased või muutusid punakaks, mis näitab toitainete omastamise probleeme (foto 5). Uuringud on näidanud, et mustikad eelistavad lämmastikku ammooniumi kujul, kuna see neeldub paremini ja seda kasutab taim palju tõhusamalt kui nitraatlämmastiku (Ahosepp, 2013). Mustikatele on väga oluline mulla pH. Rajamisel oli see 5,2, mis on mustikataimedele sobiv, kuid niisutuse vee pH oli 8 ja see võis mõjutada mulla pH-d ja seega ka taimede poolt toiteelementide omastamist. Probleemiks võib saada ka talveks ettevalmistus ja seega talvekindlus.



Foto 5. Augustis ilmnesevad erinevad toiteelementide puuduse tunnused lehtedel (Angela Koort).

Varasemates mustikakatsetes on saagiaegne SPAD näit olnud vahemikus 31,9–34,2 (Vainura, 2018). Suurema lämmastiku sisaldusega väetise kasutamisel oli ka kõrgem SPAD-näit. SPAD näit näitab mustikatel N omastamist (Starast, 2008). Võrreldes antud katsetulemusi varasematega, on näha, et sordi 'Duke' puhul saadi madalamad tulemused. SPAD-näit ja taime vegetatiivsed parameetrid (lehe pindala, põõsa kõrgus) on korrelatsioonis (Vainura, 2018) ja seetõttu võib järeldada, et katsetaimede nõrgem kasv oli seotud toiteelementide omastamisest.

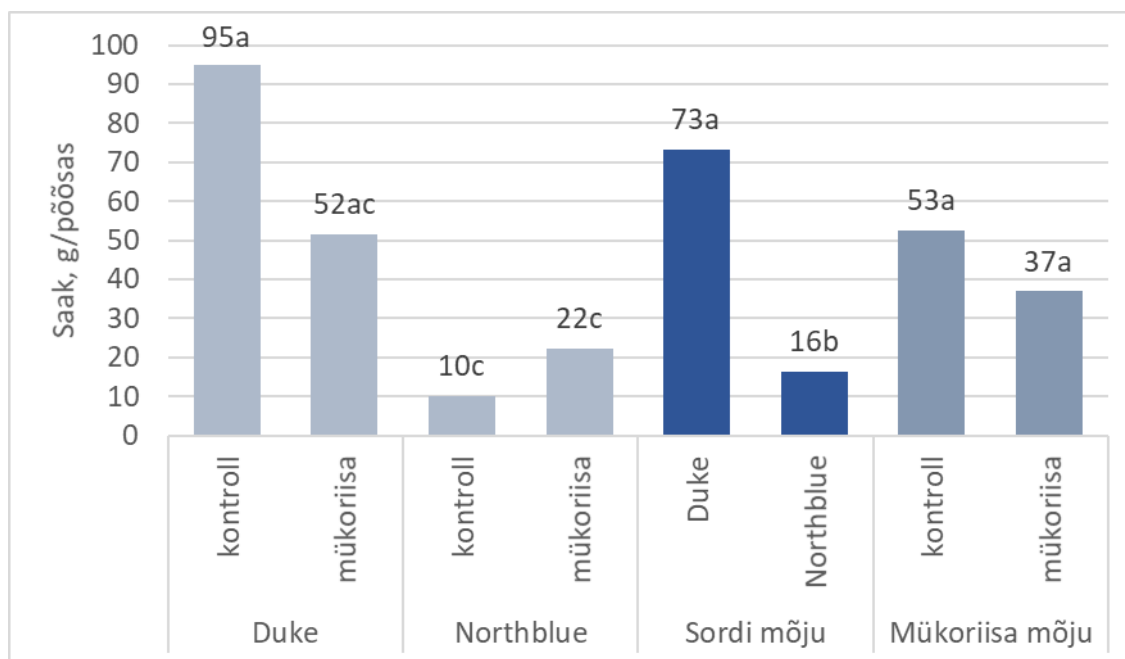


Joonis 4. Sordi ja mükoriisa mõju mustikataimede lehtede SPAD näidule 22. juulil 2020.

3.3. Mustika saagikus

Katses varieerus mustika saak 10-95 g /põõsas (joonis 5). Sordi piires aga statistiliselt olulist erinevust ei olnud ja seega mükoriisa mõju ei olnud. Põõsasaagile avaldasid olulist mõju sordi omadused. Sort 'Duke' andis rohkem saaki kui sort 'Northblue'.

Sort 'Duke' põõsad olid kõrgemad, seega suurema võra tõttu oligi oodata ka suuremat saaki. Saagikus põõsa kohta oli aga väga madal, sest sordi 'Northblue' saak on varasemates katsetes varieerunud vahemikus 285 g ja 2043 g ja varieeruvuse on põhjustanud taimede vanus ja väetamine (Koort jt, 2020). Katsetaimedel on küll esimene saagiaasta, kuid saagikust võib lugeda siiski väga madalaks. Sordi Northblue saagikust võis mõjutada ka talvekindlus. Sordile 'Northblue' on omane hiline sügisene kasv, külmade saabudes jäävad võrsed rohtseks ja võib esineda külmakahjustusi (Starast jt, 1991).

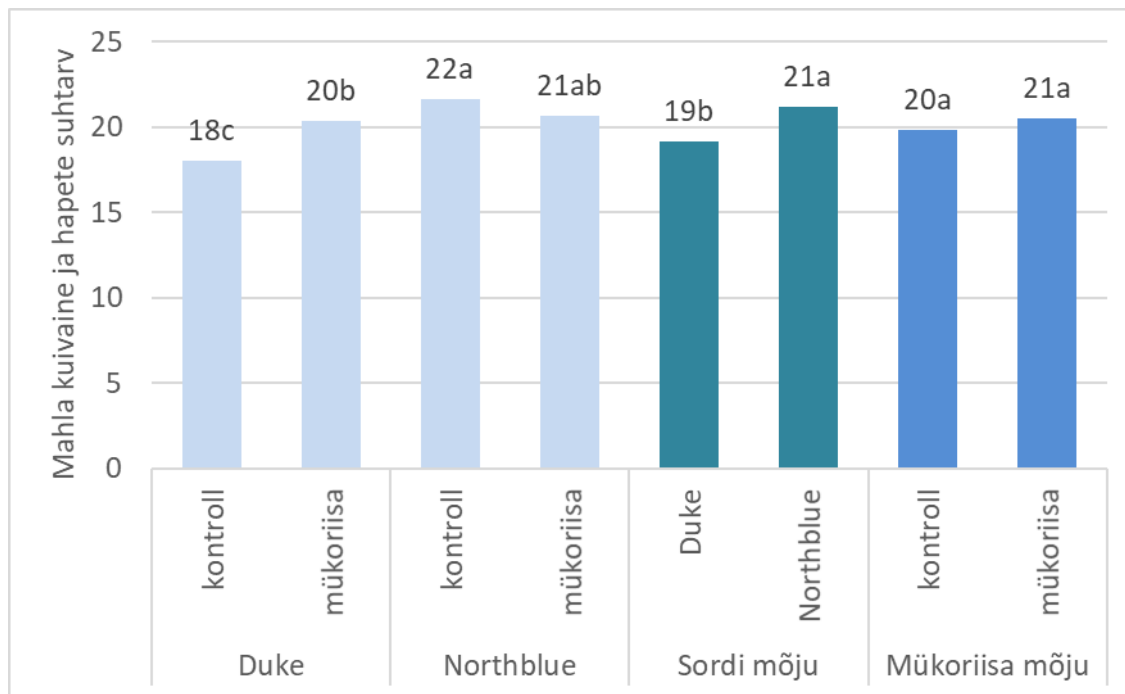


Joonis 5. Sordimomaduste ja mükoriisa mõju mustikasaagile (g/põõsas).

3.4. Mustikaviljade mahla kuivaine ja hapete suhe

Katses varieerus mustikate mahla kuivaine ja hapete suhtarv 18-22 (joonis 6). Sort 'Northblue' suhtarv oli 21-22, kuid erinevus jäi katse varieeruvuse piiridesse ja mükoriisa mõju ei olnud. Sordi 'Duke' suhtarv oli 18-20 ja mükoriisa kasutamine suurendas statistiliselt oluliselt 'Duke' suhtarvu. Katse keskmisena mükoriisal mõju ei olnud. Mahla kuivaine ja hapete suhtarvule avaldas olulist mõju sort. Sort 'Northblue' mahla kuivaine ja hapete suhtarv oli kõrgem.

Varasemates katsetes oli sordi 'Northblue' marjade suhtarv 12,1-14,2 (Hannus, 2013). Võrreldes antud katsetulemustega (21-22) võib näha, et katsemarjad olid magusamad. Varasem katse toimus avamaal freesturbaväljal, kuid antud katse marjad valmisid soojemas tunneli tingimustes. Kelti jt (1997) hinnangul on marjad magusama maitsega siis, kui suhkrute ja hapete suhe jääb vahemikku 15...20. Mida suurem on suhkrute ja orgaaniliste hapete suhtarv seda magusam on mari.



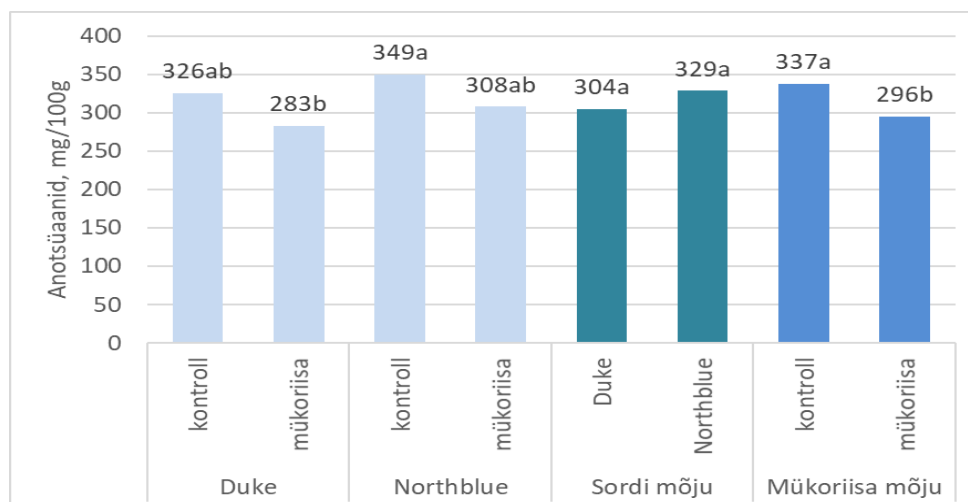
Joonis 6. Sordiomaduste ja mükoriisa mõju mustikate mahla kuivaine ja hapete suhtarvule

3.5. Antotsüaanid

Antotsüaanide sisaldus mustikates varjeerus vahemikus 283-349 mg/100g (joonis 7). Sort 'Northblue' antotsüaanide sisaldus oli vahemikus 308 - 349 mg/100g ja mükoriisa olulist mõju ei avaldanud. Sort 'Duke' antotsüaanide sisaldus oli vahemikus 283 - 326 mg/100g ja samuti mükoriisa olulist mõju ei avaldanud. Katse keskmisena antotsüaanide sisaldusele sort mõju ei avaldanud, kuid ilmnes oluline mükoriisa mõju.

Eelnevates katsetes sordiga 'Northblue' on saadud antotsüaanide sisalduseks 125-256 mg/100 g (Starast jt 2007a; Kim jt 2013), mis on madalama sisaldusega kui antud katses. Katseaastal varjeerus antotsüaanide sisaldus 283-349 mg/100g. Marjades mõjutab oluliselt antotsüaanide sisaldust temperatuur ja päikesekiirgus (Routray, Orsa 2011). 2020 aasta suvi oli aastate keskmisest soojem ja päikesepaistet oli keskmisest enam, mis soodustas antud katses kõrgemat antotsüaanide sisaldus, kui eelnevas katses. Samuti olid erinevad avamaa ja tunneli tingimused, sest tunnelis valmivad marjad soojemates tingimustes ja kastmine toimus niisutussüsteemi kaudu.

Koort jt (2018) katse tulemustes ilmnes, et antotsüaanide sisaldust mõjutab oluliselt liik ja sort, kuid käesolevas katses sortide vahelist erinevust ei olnud. Samas aga oli alles esimene saagiaasta ja liigi ning sordi mõju võib ilmned ka hiljem. Oluliselt mõjutas aga katsetulemusi mükoriisa lisamine. Varasemates katsetes on selgunud, et ka taimede väetamisest sõltub antotsüaanide sisaldus mustikates (Starast, 2010). Seega võib järeldada, et mükoriisa avaldas mõju juurte toiteelementide omastamisele ja seeläbi ka marjade biokeemilisele koostisele



Joonis 7. Sordiomaduste ja mükoriisa mõju mustikate antotsüaanide sisaldusele (mg/100g)

KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli välja selgitada sordiomaduste ja mükoriisa preparaadi mõju mustikataimede kasvule ja saagile. Eesmärgi saavutamiseks analüüsiti Aran OÜ tunnelkasvuhoone katses kahe sordi produktiivsuse ja biokeemilisi näitajaid. Uurimuse hüpotees sõnastati järgnevalt: mükoriisa preparaat soodustab taimede toiteelementide omastamist ja seega ka istutusjärgset kasvu kõrge plastiktunneli tingimustes.

Katse rajati 2019. aasta kevadel ja rajamisel segati mulda, turvast ja sõnnikut. Reavahedesse paigaldati peenravaip ja peenardele koorepuru. Väetamine toimus koos niisutusega 25.04 kuni 08.07.2021. Kasutati Hollandi Biota Nutrients väetisi. Mükoriisapreparaati Rhodovit kasutati taimede istutamisel (töödeldi taimede juuri). Katses oli kaks sorti: poolkõrge mustikas 'Northblue' ja kännasmustikas 'Duke'. Mõlema sordiga oli kaks varianti: kontroll ja mulda lisatud mükoriisa.

2020. aastal kogutud katseandmete põhjal saadi järgmised tulemused.

- Katsepõõsad olid kahe aastaga kasvanud 42 kuni 62 cm kõrguseks. Mükoriisa mõju põõsaste kõrgusele ei olnud. Oluliselt mõjutasid katsetulemusi aga sordiomadused - sordi 'Duke' põõsad olid kasvanud oluliselt kõrgemaks.
- Olulist mõju avaldasid lehtede SPAD näidule sordi omadused. Sort 'Northblue' lehtede SPAD näit oli oluliselt kõrgem kui sordil 'Duke'. Mükoriisa mõju sortidele ei olnud oluline ka katse keskmisena.
- Põõsasaagile avaldasid olulist mõju sordi omadused. Sort 'Duke' andis rohkem saaki kui sort 'Northblue'.
- Mahla kuivaine ja hapete suhtarvule avaldas olulist mõju sort. Sort 'Northblue' mahla kuivaine ja hapete suhtarv oli kõrgem. Mükoriisa kasutamine suurendas statistiliselt oluliselt 'Duke' suhtarvu. Katse keskmisena mükoriisal mõju ei olnud.
- Sordi 'Duke' antotsüaanide sisaldus oli kõrgem, kui sordil 'Northblue'. Katse keskmisena antotsüaanide sisaldusele sort mõju ei avaldanud, kuid oluliselt mõjutas katsetulemusi mükoriisa lisamine.

Hüpotees leidis kinnitust osaliselt. Kahe kasvuaasta tulemustele põhinedes saab järeldada, et katses avaldas mükoriisa olulist mõju antotsüaanide sisaldusele ja mahla kuivaine ja hapete

suhtarvule. Sordi 'Duke' suhtarvu suurendas oluliselt mükoriisa kasutamine. Põõsa kõrgusele, lehtede SPAD näidule ja saagikusele mükoriisa mõju ei avaldanud.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Acta Horticulturae, 1180 (2017). XI International Vaccinium Symposium.[veebileht]https://www.actahort.org/books/1180/index.htm?fbclid=IwAR2XoWb88uX6aApOaTREKWuh5ydS3-qnIG9ehroRdTbrk_oJ1S9jt8F0Mj8 [2021, aprill 06]
2. Albert, T.; Karp, K.; Starast, M.; Paal, T. (2010). The effect of mulching and pruning on the vegetative growth and yield of the half-high blueberry. *Agronomy Research*, 8 (1), 759–768.
3. Arak, M; Soots, K; Starast, M; Olt, J. (2018). Mechanical properties of blueberry stems. *Research in Agricultural Engineering*, 64 (4), 202–208.
4. Arula, M. (2019). Mustika (Vaccinium) viljade keemiline koostis sõltuvalt vilja suurusest. Magistritöö. Põllumajanduse- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 86 lk.
5. Bal, J.M., (1997). Blueberry culture in greenhouses, tunnels, and under raincovers. *Acta Hortic.* 446, 327-332.
6. Bidani, A., Hummer, K.E., Rowland, L.J. and Bassil, N.V. (2017). Development of an efficient DNA test for genetic identity confirmation in blueberry. *Acta Hortic.* 1180, 363-368.
7. Brannen, P., Scherm, H. ja Allen, RM (2017). Management of Exobasidium leaf and fruit spot disease of. *Acta Hortic.* 1180, 215-220.
8. Bryla, D.R., Shireman, A.D., Machado, R.M.A., (2010) Effects of Method and Level of Nitrogen Fertilizer Application on Soil pH, Electrical Conductivity, and Availability of Ammonium and Nitrate in Blueberry, *Acta Horticulturae*. *Acta Hortic.* 868, 95-102.
9. Bryla, D.R., Valenzuela-Estrada, L.R. and Vargas, O.L. (2017). Root production, distribution, and turnover in conventional and organic northern highbush blueberry systems. *Acta Hortic.* 1180, 169-176.
10. Chen, X., Liang, L.-S., Liu, Q.-Z., Wei, H.-R., Tan, Y. and Zhu, D.-Z. (2017). Extraction optimization of oleanolic and ursolic acids from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit. *Acta Hortic.* 1180, 71-76.
11. Debnath, S.C. (2017) Clonal fidelity and morphological and chemical variations in micropropagated *Vaccinium* plants *Horticulturae*. 1180(1180), 111-116.
12. Debnath, S.C. (2007) Propagation of *Vaccinium* in Vitro: A Review February 2007 *International Journal of Fruit Science*. 6(2), 47-71.
13. Debnath, S.C., Goyali, C. (2020) In Vitro Propagation and Variation of Antioxidant Properties in Micropropagated *Vaccinium* Berry Plants—A Review. 25(4), 788.

14. Ehlenfeldt, M.K. (2017). Furthering the utilization of *Vaccinium constablaei* and *V. virgatum* germplasm in cultivar development. *Acta Hort.* 1180, 263-268.
15. Ehlenfeldt, M.K. and Ballington, J.R. (2017). Prolific triploid production in 4x *V. corymbodendron* by 2x section *Cyanococcus* crosses. *Acta Hort.* 1180, 257-262.
16. Ehlenfeldt, M.K., Polashock, J.J., Ballington, J.R., (2018). "*Vaccinium corymbodendron* Dunal as a bridge between taxonomic sections and ploidies in *Vaccinium*: A work in progress". North American Blueberry Research and Extension Workers Conference. *HortScience*. 47, 1837-1842.
17. EMHI. 2019. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut.
18. Esendugue, G.F., Krewer, G., Harrison, K. and Stanaland, D. (2008) Economic Returns Using Risk-Related Budget Analysis for Rabbiteye Blueberry in Georgia. *HortTechnology*, 18, 506-515.
19. France, A., Grinbergs, D., Carrasco, J. (2017). First detection of silverleaf (*Chondrostereum purpureum*) on rabbiteye blueberry (*Vaccinium virgatum*) and disease damages. *Acta Hort.* 1180, 277-282.
20. Gibson, L., Rupasinghe, H. P. V., Forney, C. F., Eaton, L. 2013. Characterization of changes in polyphenols, antioxidant capacity and physico-chemical parameters during lowbush blueberry fruit ripening. *Antioxidants*. 2, 216–229.
21. Hannus, M. (2013). Mahepõllumajandusse lubatud väetiste mõju poolkõrge mustika (*Vaccinium x atlanticum* E.P. Bicknell) sordi `Northblue`taimede produktiivsusele ja viljade keemilisele koostisele. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 61 lk.
22. Ingram, R.J., Allen, R.M. and Scherm, H. (2017). Symptomology and epidemiology of *Exobasidium* leaf and fruit spot of blueberry. *Acta Hort.* 1180, 205-214.
23. Jaakola, L., Zoratti, L., Giongo, L., Karppinen, K., Uleberg, E., Martinussen, I. and Häggman, H. (2017). Influence of light and temperature conditions on anthocyanin accumulation in *Vaccinium* spp. berries. *Acta Hort.* 1180, 321-326.
24. Kalt, W., Lawand, C., Ryan, D. A. J., McDonald, J. E., Donner, H., Forney, C. F. 2003. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 128, 917–923.
25. Kelt, K., Lamp, L., Piir, R. (1997). Puuviljad, marjad, tervis: toiteväärtus, säilitamine ja kodune töötlemine. Valgus. 230 lk.

26. Kalt, W., Cassidy, A., Howard, R.L., Krikorian, R., Stull, J.A., Tremblay, F., Zamora-Ros, R. (2020) Recent Research on the Health Benefits of Blueberries and Their Anthocyanins, *Advances in Nutrition*, 2, 224–236.
27. Kacergius, A.; Jovaisiene, Z., (2010). Karantiinseente Diaporthe / *Phomopsis vaccinii* ja nendega seotud isolaatide *Phomopsis* molekulaarne iseloomustus *Vaccinium* taimedest Leedus. *Botanica Lithuanica*, 16 (4): 177-182.
28. Karp, K., Noormets, M., Starast, M., Paal, T. (2006). The influence of mulching on nutrition and yield of 'Northblue' blueberry. *Acta Horticulturae* 715, 301–305.
29. Kask, K. (2012). Mahedalt kasvatatud kannasmustika (*Vaccinium corymbosum* L.) viljade kvaliteet sõltuvalt sordist. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 59 lk.
30. Koit, D., (2020). Mustikaaretiste (*Vaccinium*) produktiivsus ja viljade kvaliteet maheviljeluse tingimustes. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 63 lk.
31. Koort, A. ; Starast, M.; Põldma, P.; Moor, U.; Mainla, L.; Maante-Kuljus, M.; Karp, K. (2020). Sustainable Fertilizer Strategies for *Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium* under Abandoned Peatland Conditions. *Agriculture*, 10 (4), 121.
32. Koron, D., Gogala, N., (2000). The use of mycorrhizal fungi in the growing of blueberry plants (*Vaccinium corymbosum* L.) *ISHS Acta Horticulturae* 525, 101-106
33. Käis, L. (2009) Mustika viljelemistehnoloogia freesturbaväljadele rajatud istandikes. *Agraarteadus* XX 2 lk 16-21.
34. Kõörna, M. (2015). Hariliku mustika (*Vaccinium myrtillus* L.) haigustekitajad ning kahjustuse ulatus Tartu maakonnas. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 60 lk.
35. Lamont, W.J. (2009). Overview of the Use of High Tunnels Worldwide in HortTechnology, 25-29
36. Leit, I. (2017) Genotüübi ja väetamise mõju mustikaviljade keemilisele koostisele maheviljeluse tingimustes. Magistritöö. Põllumajanduse- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 46 lk.
37. Lyrene, P.M. (2017). Florida native blueberries and their use in breeding. *Acta Hortic.* 1180, 9-16

38. Mainland, C.M., Ehlenfeldt, M.K. (2018). Celebrating the 100th anniversary of highbush blueberry domestication - the contribution by Frederick Vernon Coville and Elizabeth Coleman White. *Acta horticulturae*, 135-142
39. Martin, R.R., Tzanetakis, I.E., Caruso, F.L. and Polashock, J.J. (2009). Emerging and reemerging virus diseases of blueberry and cranberry. *Acta Hort.* 810, 299-304
39. Miller-Butler, M.A., Curry, K.J., Smith, B.J. and Braswell, J. (2009) Seed Set, Fruit Weight and Yield in Highbush (*Vaccinium corymbosum* L.) Blueberry Cultivars “Duke” and “Bluecrop”. *Acta Horticulturae*, 810, 369-377.
40. Ogden, A.B., Van Iersel, M.W., (2009) Southern highbush blueberry production in high tunnels: temperatures, development, yield, and fruit quality during the establishment years. *HortScience*, - journals.ashs.org 1850–1856.
41. Polashock, J.J., Oudemans, P.V. (2017). Dissecting the blueberry soil microbiome to assess soil health. *Acta Hort.* 1180, 405-408.
42. Riihinen, K., Jaakola, L., Kärenlampi, S., Hohtola, A., (2008). Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and ‘northblue’ blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*) *Food Chemistry* 110(1), 156-160
HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science 52(9), 1201-1213.
43. Routray, W., Orsa, V. (2011). Blueberries and their anthocyanins: Factors affecting biosynthesis and properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safet.* 10, 303–320.
44. Rowland, L.J., Ogden, E.L. (2013) Variation among Highbush Blueberry Cultivars for Frost Tolerance of Open Flowers: a publication of the American Society for Horticultural Science 48(6), 692-695.
45. Saito, S., Obenland, D., Xiao, C.L. (2020). Influence of sulfur dioxide-emitting polyethylene packaging on blueberry decay and quality during extended storage, *Postharvest Biology and Technology*. 160, 111045.
46. Sales, B.K., Bryla, D.R., Trippe, K.M., Weiland, J. (2020). Amending Sandy Soil with Biochar Promotes Plant Growth and Root Colonization by Mycorrhizal Fungi in Highbush Blueberry, *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science*. 55(3), 1-9.
47. Scagel, C.F., Yang, W.Q. (2008) Cultural Variation and Mycorrhizal Status of Blueberry Plants in NW Oregon Commercial Production Fields. 85-111.

48. Skrovankova, S., Daniela Sumczynski, Jiri Mlcek, Tunde Jurikova, Jiri Sochor. (2015) Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. 16(10), 24673-706.
49. Smith, B.J. and Miller-Butler, M.A. (2017). Botryosphaeria stem blight on blueberries: effect of Vaccinium cultivar, Botryosphaeriaceae species and temperature. Acta Hort. 1180, 23-30
50. Smith, B.J., Miller-Butler, M.A. (2017). Effect of nitrogen fertilization and fungicides on Botryosphaeria stem blight lesion development on detached blueberry stems. Acta Hort. 1180, 61-70
51. Saito, S.; Xiao, C.L. (2017). Evaluation of sulfur dioxide-generating pads and modified atmosphere packaging for control of postharvest diseases in blueberries. Acta Hort. 1180, 123-128.
52. Saito, S., Obenland, D., Xiao, L.C. (2020). Influence of sulfur dioxide-emitting polyethylene packaging on blueberry decay and quality during extended storage, Postharvest Biology and Technology. 160, 111045.
53. Stafne, E.T., Matta, F.B. and Barickman, T.C. (2017). Effects of inoculation with ericoid mycorrhizal fungi on leaf nutrients of two field-grown rabbiteye blueberry cultivars. Acta Hort. 1180, 117-122.
54. Starast, M., Karp, K., Paal, T. 2002. The effect of using different mulches and growth substrates on half-highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*) cultivars 'Northblue' and 'Northcountry'. Acta Horticulturae 574, 281–286.
55. Starast, M., Karp, K., Vool, E., Moor, U. 2005. The cultivation of half-highbush blueberry under organic farming condition. Egyptian Journal of Agricultural Research 83(1), 155–168.
56. Starast, M., Kõljalg, U., Karp, K., Vool, E., Noormets, M., Paal, T. 2006. Mycorrhizal colonization of half-high blueberry cultivars influenced by cultural practices. Acta Horticulturae 715: 449–454.
57. Starast, M., Karp, K., Vool, E., Paal, T., Albert, T. 2007. Effect of NPK fertilization and elemental sulphur on growth and yield of lowbush blueberry. Agricultural and Food Science 16 (1), 34–45.
58. Starast, M., Karp, K., Vool, E., Moor, U., Tõnutare, T., Paal, T. 2007. Chemical composition and quality of cultivated and natural blueberry fruit in Estonia. Vegetable Crops Research Bulletin 66, 143–153.

59. Starast, M.; Paal, T. (2018). Eesti oma mustikasort - saagikas ja talvekindel. Minu aed 42–44.
60. Starast, M. 2008. Influence of cultivation techniques on productivity and fruit quality of some *Vaccinium* and *Rubus* taxa. PhD theses. 162 p.
61. Starast, M., Karp, K., Paal, T., Värnik, R., Vool, E. 2005. Kultuurmustikas ja selle kasvatamine Eestis. Tartu, Eesti Põllumajandusülikool. 65 lk
62. Starast, M., Karp, K., Tasa, T. 1991. Winter hardiness of half-high blueberry varieties 'Northblue' and 'Northcountry'. Transactions of the Estonian Agricultural University, 20,: 162–164.
63. Sordiregister. (2020) Põllumajandusamet. <https://portaal.agri.ee/avalik/#/sort> (20.04.2020)
64. Strik, B.C., Vance, A.J. (2017). Weed management strategies in long-term organic blueberry production systems - impact of mulch type and weed control methods on economics. Acta Hort. 1180, 347-354.
65. Strik, B.C. , Vance, A.J., Bryla, D.R., Sullivan, D.M., (2017) ,Organic Production Systems in Northern Highbush Blueberry: I. Impact of Planting Method, Cultivar, Fertilizer, and Mulch on Yield and Fruit Quality from Planting through Maturity , HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science 52(9),1201-1213.
66. Vainura, K. (2018) Monterra Malt väetiste mõju mustikaaretiste (*Vaccinium*) produktiivsusele ja viljade keemilisele koostisele. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 63 lk
67. Van Bruggen, A.H.C., Narouei-Khandan, H.A., Harmon, C.L., Harmon, P., Olmstead, J.W. (2017). Potential global distribution of blueberry twig blight (*Phomopsis vaccinii*) predicted by two species distribution modeling approaches. Acta Hort. 1180, 431-434.
68. Volens, K. (2016) Väetamise mõju poolkõrge mustika (*Vaccinium x atlanticum* E.P. Bicknell) produktiivsusele ja viljade kvaliteedile freesturbaväljal kasvatades. Magistritöö. Põllumajanduse- ja keskkonna Instituut. Eesti Maaülikool. Tartu. 52 lk.
69. Welandar, M., Sayegh, A., Hagwall, F., Kuznetsova, T. and Holefors, A. (2017). Technical improvement of a new bioreactor for large scale micropropagation of several *Vaccinium* cultivars. Acta Hort. 1180, 387-392.
70. Xiao, C.L., Saito, S. (2017). Prevalence and incidence of postharvest diseases of blueberries in California. Acta Horticulturae. 1180, 129-134.

71. Xu, C., Zhang, H., Zhou, H.Z., Hu, T., Wang, Y., Wang, S. & Keqiang Cao. (2015). Identification and distribution of Botryosphaeriaceae species associated with blueberry stem blight in China. *European Journal of Plant Pathology*.143, 737–752.
72. Qi, X., Ogden, E.L., Ehlenfeldt, M.K., Rowland, L.J. (2019). Dataset of de novo assembly and functional annotation of the transcriptome of blueberry (*Vaccinium* spp.) *eCollection*.12, 25.
73. Yue, C., Wang, J. (2017). Consumer preferences for fresh blueberry attributes. *Acta Hortic*. 1180, 1-8.

LISAD

LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Marina Laane,

(sünnipäev (pp/kuu/aa) 02.01.1969)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Aedmustika (*vaccinum*) kasv ja saagikus tunnelkasvuhoones,

mille juhendaja on Kadri Karp, D.Sc; Angela Koort, MSc ,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks pärast tähtajalise piirangu lõppemist

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _Marina Laane_____

allkiri

Tartu, 26.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev